

山陽新幹線における乗り心地向上の取組み

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○小村 啓太
 西日本旅客鉄道株式会社 非会員 中村 孝次
 西日本旅客鉄道株式会社 非会員 佐々木 陽

1. はじめに

山陽新幹線では、平成23年3月の九州新幹線との相互直通運転を契機に、隣接する他社の線路状態を踏まえ、バラスト・スラブ区間の乗り心地向上の取組みを平成21年度より様々な試行を行い、平成22年度から5ヵ年計画で整備を進めてきた。今回、この取組みに一定の成果が確認できたので、その内容を報告する。

2. スラブ区間の乗り心地向上の取組み

(1) 施工品質の課題

当社では、平成17年度からスラブ区間の乗り心地向上を目的に、乗り心地と関係の深い40m弦通り狂いを整備（以下、スラブ長波長整備という）してきた。スラブ区間のうち直結4型区間は人力による施工、直結8型区間は07マルタイを改造したスラブライナーにより施工を実施してきた。人力による施工は、スラブライナーに比べて十分な施工品質が得られていなかったため、人力による施工の品質向上の取組みを強化した。

(2) 施工品質向上の取組み

① 位置ずれの影響確認と確認方法

スラブ長波長整備は、電気・軌道総合試験車（以下、マヤ車という）の軌道狂いデータから交差法演算による移動量算出システム（以下、Hyperという）により算出した移動量をもとに整備を実施する。マヤ車のキロ程は、1km毎に設置された地点検知板によりキロ程を補正しているが、現地のキロ程とわずかながらずれている可能性がある。特に人力は、マルタイの弦による整備とは異なり、1点に対して移動量を決めて与えるので、このわずかなずれが施工品質へ大きく影響している可能性が否めない。よって、マヤ車のキロ程と現地のキロ程のずれ量が施工品質へ与えている影響を交差法により確認した結果、わずか2m程度のキロ程のずれが約20%もの仕上がりに影響することが判明した（図-1）。

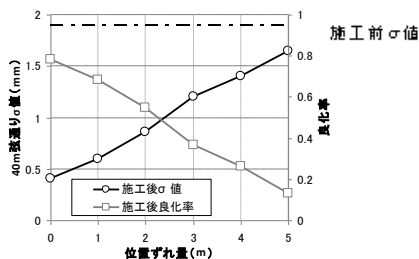


図-1 位置ずれ量と40m弦軌道狂いの関係

位置ずれの確認方法は、施工開始地点を地点検知板から距離測定器を用いて決定することを基本とした。しかしながら、この方法は施工位置が地点検知板から離れると煩雑であり精度低下することも懸念されるため、比較的手間のかからない軌間狂いを測定し、軌間ゲージで測定した軌間狂いとマヤ車の軌間狂いの残差

平方和が最小となるときのマヤ車のキロ程のずれ量を確認することとした。

② 移動精度向上の取組み

キロ程のずれを補正したとしても計画移動量通りに整正しなければ、良好な結果を得ることができないため、実際の移動量（以下、実移動量という）、現地で確認した移動量及び計画移動量の実態を把握することとした（図-2）。実移動量は、施工前後のマヤ車の測定データからHyperにより計算される移動量の差で表される。図-2から、以下の2点の課題が考えられる。

ア) 計画通りに移動量が与えられていない

イ) 現地の移動量の確認精度が低い

よって、ア)については、バール等でレール頭部を押し出しながら移動量を与えるという整備手法を実施していたが、正確にレール全体を移動できないことから、レール底部からレール全体を一様に押し出せる専用治具を製作し、移動精度の向上を図った。また、イ)については、スラブ端からレール底部までの距離を測定できる測定治具を製作し、現地の移動量を確認すること、および対側レールから±0.1mmの精度で測定できるデジタルゲージで移動量を確認しながら整備を実施するなどの取り組みによって、確認精度の向上を図った。

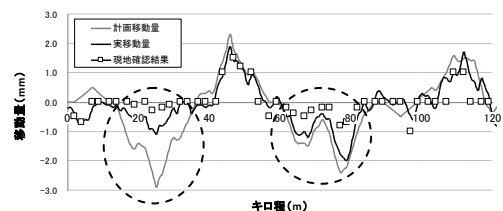


図-2 実移動量と現地移動量の確認結果

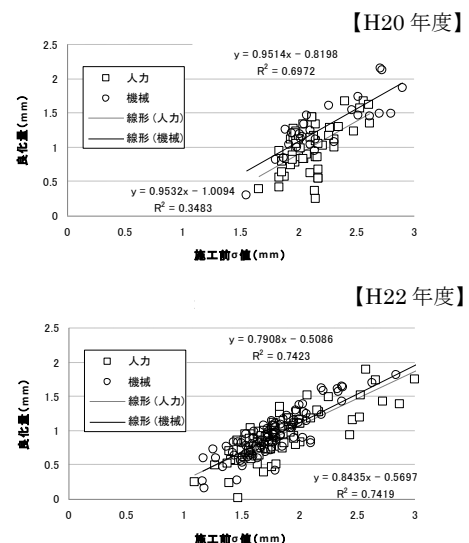


図-3 施工前40m弦通りσ値と良化率

キーワード： 乗り心地、スラブ区間、バラスト区間、40m弦通り、復元原波形

連絡先：〒532-0011 大阪市淀川区西中島5丁目5番15号新大阪セントラルタワー南館8F JR西日本 新幹線管理本部 TEL：06-4805-7165

③ 施工結果

これらの取組みの結果として、平成 20、22 年度における施工前 40m 弦通り σ 値とその良化量の関係を図-3 に示す。この図から分かるように、前述した整備手法を導入することによって、平成 20 年度と比較して、平成 22 年度は人力の良化量が大きく、かつばらつきが小さくなり、スラブライナーによる施工とほぼ同等の施工品質となった。

(3) 施工計画精度向上に向けた取組み

車両動揺は、40m 弦通り σ 値と相関が高いものの、特にトンネル内の車両後尾については、40m 弦通り σ 値が小さいにも関わらず、動揺が発生している。トンネル内においては、40m 弦通り σ 値が小さくとも、事前のロットの軌道狂いの影響で車両動揺を発生させている可能性もあることから、40m 弦通り σ 値の悪い箇所と隣接するロットも施工対象とし、ロットを連続して整備を実施することとし、その結果を表-1 に示す。この表から分かるように、40m 弦通り狂い σ 値の良化量は同等であるにもかかわらず、単独施工と比較して連続施工の方が乗り心地レベルの低減は大きく、明かり区間と同程度の結果となり、40m 弦通り σ 値の悪い箇所と隣接するロットも施工対象とする連続施工の有用性が確認された。よって、施工箇所は、乗り心地レベルおよび 40m 弦通り狂いに加えて、トンネル区間は連続的に施工することに留意して選定した。

表-1 施工前後の平均乗り心地レベル

		N 数	40m弦通り σ 値 (mm)			乗り心地レベル (dB)		
			施工前	施工後	良化量	施工前	施工後	差
明かり		12	1.95	0.80	1.16	89.2	84.9	▲ 4.3
トンネル	単独	38	1.81	0.87	0.94	90.6	89.0	▲ 1.6
	連続	14	1.76	0.83	0.93	89.8	86.3	▲ 3.5

3. バラスト・スラブ区間の取組み

(1) 復元原波形を用いた施工の取組み

① 整備計画

乗り心地をさらに向上させるため、乗り心地評価は、「乗り心地基準に関する研究委員会」が提案した乗り心地フィルター⁽¹⁾を考慮し、0.5Hz に対応する約 160m の復元波長の整備を検討した。

現行の Hyper では、40m 弦通り狂いはマヤ車の検測データから算出する過程において、移動平均処理により 100m を超える波長成分を排除した通り狂いを用いて移動量を算出しているため、復元原波形を用いた軌道整備計画を策定するシステム⁽²⁾（以下、ラボックスという）を用いて、マヤ車の検測誤差も踏まえ、復元原波形の復元帯域の上限を 160m とし、整備計画を立てた。

② 施工結果

図-4 にトンネル区間の単独施工における施工前後の左右動揺のパワースペクトルを示す。この図から分かるように、100m 以上の帯域においても左右振動加速度が低減し、表-1 に示すトンネル区間の単独施工より乗り心地レベルの低減が図られたことから、その効果を確認することができた。

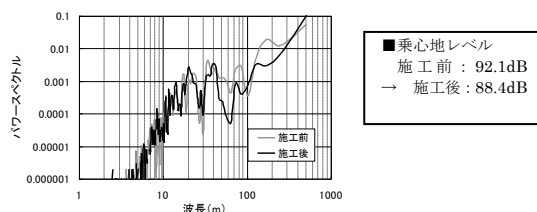


図-4 左右動揺パワースペクトル

(2) 5 カ年計画

これまでの検討を踏まえて、各区所において、平成 26 年度末までに 40m 弦通り σ 値が 1.0mm となるように、以下の関係式から、施工能力等も配慮し、5 カ年計画をバラスト・スラブ区間において策定した。（図-5, 6）

$$\sigma_{H26} = \sigma_{H21} - (\sum (\Delta\sigma_{H21} \cdot l_n) / L) + 4A_{H21} \cdots \text{式(1)}$$

σ_{H26} : 平成 26 年度における期末の目標 σ 値

σ_{H21} : 平成 21 年度における期末の平均 σ 値

$\Delta\sigma_{H21}$: 平成 21 年度における平均良化量

l_n : n 年度個々の施工延長

L : 対象軌道延長

A_{H21} : 平成 21 年度の σ 値の自然悪化量

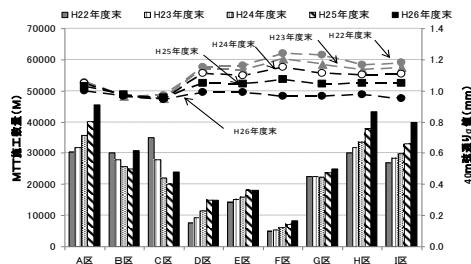


図-5 5 カ年計画（バラスト区間）

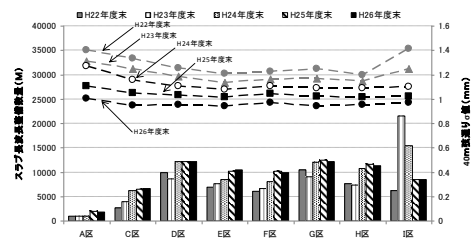


図-6 5 カ年計画（スラブ区間）

4. まとめ

バラスト・スラブ区間について、40m 弦通り σ 値の全線平均は平成 21 年度初に、それぞれ 1.05mm, 1.32mm から、平成 27 年 3 月時点で、それぞれ 0.90mm, 0.96mm となり、目標を達成することができた。また、平成 22 年度に比べて、施工方法がさらに定着してきたため、5 カ年計画（スラブ区間）の施工数量のうち 22 年度当初の計画から 15% 程度の削減が見込まれる結果となった。

当社においては、引き続き、施工品質を向上させ、山陽新幹線の乗り心地向上に向けて取組む所存である。

文 献

(1) 須田征男, 長門彰, 徳岡研三, 三浦重: 「新しい線路」, 日本鉄道施設協会, p.326 (1997)

(2) 片岡武, 辰巳新太郎 「MTT 復元作業計画作成システムの改良」, 第 65 回年次学術講演会